原 著 論 文

正常者の咬合平面および咬合彎曲の三次元解析

小川 隆広 古谷野 潔 末次 恒夫

Three Dimensional Analysis of the Occlusal Plane and the Curve of Spee in Normal Subjects

Takahiro Ogawa, Kiyoshi Koyano and Tsuneo Suetsugu

Abstract : The relationship between craniomandibular morphology and 3-D movements of the mandible must be taken into consideration when the restorations are given and stomatognathic system examined. However, it has not been enough investigated.

In this paper, we focused on the dentocranial morphology and analyzed accurately the occlusal plane and the curve of Spee. Subjects consisted of sixty Japanese young adults with normal occlusion. Our results were summarized as follows.

There was significant difference between males and females on the angle of the occlusal plane inclination. Males' inclined to posterior and females' were nearly parallel to the reference plane for prosthodontics.

Our reference plane were more parallel to the occlusal plane than others. And the inclination of the occlusal plane significantly correlated to the vertical location of the lower incisor.

There was also significant sex differences both on depth and form of the curve of Spee. Females' curved more sharply than males' especially on the posterior teeth.

These results suggest that new reference plane is effective for bite taking and these sex differences give effects on the mandibular movements or other stomatognathic functions.

Key words : occlusal plane, curve of Spee, 3-D analysis, reference plane for prosthodontics, sex difference

I. 緒 言

顎口腔系は咬合、顎関節、咀嚼筋、そしてそれらを

支配する中枢神経系などから構成され、各々は形態的にも機能的にも影響し合い、正常な状態では協調的に作用し、調和が保たれていると思われる。したがって、顎口腔系を評価する際には形態的な側面と機能的な側面の双方から考慮する必要があり、また同時に形態と機能の相互関係も明らかにされなくてはならない。顎口腔機能の評価法の1つとして補綴学では伝統的に下顎運動解析が行われてきた。著者らもEMGや顎関節

音を含めた顎運動解析¹⁻⁴⁾を多面的に行っている。今回はその一環として、形態学的観点から解析を進めた。

無歯顎補綴をはじめ、多数歯欠損症例の咬合再構成やオーラル・リハビリテーションを行う際に直面する問題の1つに咬合平面の設定がある。咬合平面の傾きに関して、従来より、鼻翼下縁と外耳道上縁とを結ぶ基準線、いわゆるカンペル平面に平行であるとしたCamper⁵⁾の説や後方基準点として外耳道下縁を用いた方がより咬合平面に平行であるとしたGysi⁶⁻⁸⁾の説がある。これらの説には多くの疑問点があり、その後、日本人に関する研究も含め、頭部X線規格写真を用いた多くの研究⁹⁻²²⁾がなされてきた。しかし、咬合平面の定義でさえ一定していないことや⁶⁻⁸⁾、計測精度に問題もあることなどから、いまだに統一した見解は得られていない。臨床においても広義のカンペル平面として様々な基準平面が使われている²³⁻²⁷⁾が、統計的にみて咬合平面はカンペル平面に平行であるという平均化した基準をそのまま用いているため、症例によっては適応できないことも多い。またこのような咬合採得法を疑問視する報告²⁸⁻³³⁾も多く、現状では最適な咬合平面決定法が確立しているとはいえない。

また咬合平面は下方への彎曲を呈しており、前後彎曲と側方彎曲^{34,35)}とにわけられる。このうち前後彎曲は下顎前歯部の切端と臼歯部頬側咬頭頂を連ねた咬合線の下方への彎曲³⁶⁾を指し、特に臼歯部の各頬側咬頭頂を連ねた曲線はスピーの彎曲^{37,38)}と呼ばれている。しかし、この定義も統一されたものではなく⁷⁾、咬合彎曲と機能との関連性に関する報告³⁹⁻⁴¹⁾や、急な彎曲と顎関節症発症との関連に関する報告⁴²⁾もあるが、咬合彎曲の計測には高精度を要し、定量化も難しいことから、咬合彎曲の詳細について明らかにされているとはいえない。

そこで、本論文はこれらの点を明らかにするために三次元座標測定器を用いて正常有歯顎者の計測を行い、咬合平面と咬合彎曲について解析し、主として基準平面の設定法と咬合平面傾斜度について、および咬合彎曲を含めた形態的性差について検討したものである。

II. 方 法

1. 被験者

以下の条件を満たす18~25歳までの本学学生、職員、および歯科衛生士学校実習生(男性30名、女性30

名、計60名、平均年齢男性20.9歳、女性19.8歳)を被験者とした。

- 1) 第3大臼歯以外に欠損歯がなく、咬頭を被覆するような修復物が認められないもの
- 2) 矯正治療の既往がなく、顎発育が完了し咬合が完成したもので、歯列不正もなく、臼歯部咬合関係がAngle class Iのもの
- 3) 異常な咬耗所見が認められず、歯周組織にも異常を認めないもの
- 4) 顎機能に異常を認めないもの

2. 測定方法

被験者全員についてアルジネート印象にて得られた石膏模型より個人トレーを作成し、シリコンラバー印象材を用いて印象採得後、ただちに超硬石膏を注入し、計測用模型とした。次いで、基準点の記録が正確に行えるよう独自に改良を加えたディナー社製フェイスボウを用いて、左右平均的顎頭点、鼻翼下縁および上顎歯列の三次元的な位置関係を記録し、デンタータスARL咬合器へトランスファーした。なお、耳珠後縁と外眼角とを結んだ直線上で後方点より13mm、さらにその点より5mm下方の垂線上に平均的顎頭点をとった。また、基準点のトランスファーにスタイラスを用いることにより、計測誤差を最小限に抑えるよう配慮した。さらに咬頭嵌合位で上下顎を嵌合させ、三豊社製三次元デジタイザーMXF203に固定後、鼻翼下縁にとった前方参照点、左右平均的顎頭点および、各計測点の三次元座標値を計測した。上顎の解析点に関しては咬合器の上弓を回転させて固定し、直接計測できるよう工夫した。

3. 基準とした座標系

左右平均的顎頭点と鼻翼下縁にとった前方参照点を含む平面を補綴学的基準平面(以下、基準平面と呼ぶ)とした。また基準平面と直交し、顎頭間軸とも直交する平面を矢状面、基準平面と直交し顎頭間軸を含む平面を前頭面とした。

4. 計測点および解析項目

計測点は左右両側について、上下顎中切歯および側切歯の近心切縁隅角、上下顎犬歯の尖頭、上顎小白歯の舌側咬頭頂、下顎小白歯の頬側咬頭頂、上顎大臼歯の近心舌側咬頭頂、下顎大臼歯の近心および遠心頬側咬頭頂である。ただし、中切歯についてののみ左側近心

表 1 解析項目

咬合平面の位置(図 1)

V 1 下顎中切歯から基準平面までの矢状面投影距離

H 1 平均的顎頭点から下顎中切歯までの矢状面投影水平的距離

H 7 平均的顎頭点から下顎第 2 大臼歯遠心咬頭までの矢状面投影水平的距離

咬合平面の長さ(図 1)

opLEN 下顎の中切歯から第 2 大臼歯遠心咬頭までの矢状面投影水平的距離

咬合平面傾斜度(図 2)

矢状面上で以下の咬合平面が基準平面となす角度

(咬合平面の前方が上位にあるものを正とする)

Inc(L 17 op) 下顎の中切歯と第 2 大臼歯遠心頬側咬頭を結んだ直線 : L 17 op

Inc(L 47 op) 下顎の第 1 小臼歯と第 2 大臼歯遠心頬側咬頭を結んだ直線 : L 47 op

Inc(U 17 op) 上顎の中切歯と第 2 大臼歯近心舌側咬頭を結んだ直線 : U 17 op

顎顔面形態に関する以下の項目と咬合平面傾斜度(Inc(L 17 op)との関連性

V 1 基準平面から下顎中切歯まで矢状面投影距離

V 7 基準平面から下顎第 2 大臼歯遠心咬頭までの矢状面投影距離

下顎の前後彎曲(図 3)

D (i) 下顎の各頬側咬頭頂から L 17 op までの矢状面投影距離

α (i) 第 2 大臼歯頬側遠心咬頭頂と臼歯部の各頬側咬頭頂を結んだ直線と L 17 op のなす矢状面投影角度

d (i) 下顎の各頬側咬頭頂から L 47 op までの矢状面投影距離

θ (i) 第 2 大臼歯頬側遠心咬頭頂と大臼歯部の各頬側咬頭頂を結んだ直線と基準平面のなす矢状面投影角度

*ただし i は部位を示す

上顎の前後彎曲(図 4)

O (i) 上顎犬歯尖頭, 第 1 および第 2 大臼歯近心舌側咬頭頂が下顎の咬合平面(L 17 op)から突出する矢状面投影距離

図 1 咬合平面の位置および長さに関する解析項目

図 2 咬合平面の設定方法

図 3 下顎の前後彎曲の解析方法

図 4 上顎の前後彎曲の解析方法

切縁隅角をもって代表させた。得られた MXF 203 上での各三次元座標値を日本電気社製パーソナルコンピュータ PC-9801 上で、基準座標系へと座標変換した。解析項目は

- 1) 咬合平面の位置
- 2) 咬合平面の長さ
- 3) 咬合平面傾斜度
- 4) 顎顔面形態と咬合平面傾斜度との関連性
- 5) 下顎の前後彎曲
- 6) 上顎の前後彎曲

であり、設定したパラメータを表 1 および図 1～4 に示した。

III. 結 果

1. 咬合平面の位置について

左右の平均値を個人の代表値として男女おのこの平均値を算出した結果、男性の咬合平面は女性に比べ顎頭から第 2 大臼歯遠心咬頭までの距離にして約 7 mm 前方に、基準平面から下顎中切歯までの距離にして約 2 mm 下方に位置する結果となった。前後的な位置関係については有意差が認められた (表 2)。

2. 咬合平面の長さについて

矢上面投影した前後の距離の場合、男女とも約 40 mm とほぼ同じであった (表 2)。

3. 咬合平面傾斜度について

3 種類の咬合平面について、左右の平均値を個人の代表値として解析した。

1) Inc (L 17 op) について

男性 3.32°, 女性 0.86° となり、t 検定を行った結果、危険率 5% で男女間に有意な差が認められた。つまり男性の方が女性より、咬合平面が前上がり傾向で女性の方が基準平面に平行に近い結果となり、その差は 2.46° であった (表 3)。

2) Inc (L 47 op) について

今回設定した咬合平面の中で最も基準平面に平行であった。男性の方が前上がり傾向であるものの有意な性差はなかった (表 3)。Inc (L 17 op) との相関係数は男女それぞれ、0.98、0.97 ときわめて高かった。

3) Inc (U 17 op) について

L 17 op よりもさらに基準平面に対して前方が上位となり、Inc (L 17 op) と同様に男女間に有意差が認められた (表 3)。Inc (L 17 op) との相関係数は男女それぞれ 0.93、0.96 で Inc (L 47 op) と同様に高かった。

4. 顎顔面形態と咬合平面傾斜度 Inc (L 17 op) との関連性について

1) V 1 との相関について

左右平均値による相関係数が男性 0.71、女性 0.70 で有意な相関が認められた ($p < 0.01$)。図 5 はその時の回帰直線である。

2) V 7 との相関について

相関係数が男性 0.15、女性 0.00 で相関関係は認められなかった。

5. 下顎の咬合彎曲について

1) D (i) と α (i) の関係について

D (i)、 α (i) のそれぞれを男女について算出したところ、相関係数は後方臼歯部になるにつれて若干低くなるものの有意に高い相関を示した (表 4)。このことから前後彎曲を評価する場合、歯牙の前後的位置を考慮したパラメータである α (i) を用いる代わりに、簡

表 2 咬合平面の位置および長さ

	Male			Female	
	Mean	S.D.		Mean	S.D.
V 1	24.42	4.89		22.49	3.57
H 1	87.43	4.65	***	80.31	4.56
H 7	47.55	4.83	***	40.64	4.21
opLEN	39.87	1.83		39.66	1.94

(mm) *** $p < 0.001$

表 3 咬合平面傾斜度

	Male			Female	
	Mean	S.D.		Mean	S.D.
Inc (L 17 op)	3.32	4.67	*	0.86	3.42
Inc (L 47 op)	1.92	5.25		-0.22	3.90
Inc (U 17 op)	5.82	4.87	*	3.13	3.93

(degree) * $p < 0.05$

図 5 V 1 と Inc (L 17 op) との相関性

表 4 D(i) と $\alpha(i)$ との相関係数

i	4	5	6 M	6 D	7 M
Male	0.99	0.99	0.98	0.98	0.94
Female	0.99	0.99	0.98	0.98	0.97

図 6 D(i) 最大部位の比率

表 5 D(i)

i		2	3	4	5	6 M	6 D	7 M
Male	Mean	0.14	0.01	0.71	1.28	1.48	1.07	0.61
	S.D.	0.63	0.94	1.09	0.89	0.76	0.71	0.45
Female	Mean	0.03	0.09	0.55	1.39	1.71	1.36	0.68
	S.D.	0.51	0.64	0.65	0.73	0.63	0.55	0.39

(mm)

図 7 D(i) の平均値

潔な距離的パラメータである D (i) のみを用いても支障がないと思われた。したがって、次に D (i) の解析結果を示す。

2) D (i) について

左右の値を集計し、総数 n=120(男性 60 側, 女性 60 側)で D (i) の最大部位の比率を分析したのが図 6 であり、平均値を算出したのが表 5, 図 7 である。図 6 をみると、女性において D (i) が最大値を示す部位は、第 1 大臼歯近心咬頭頂に集中していた。また図 7 からわかるように前後彎曲は男女ともに第 1 小臼歯より、急に下降し、第 1 大臼歯近心咬頭において最下点をとっていた。また第 2 小臼歯より遠心のすべての歯牙において、女性の方が D (i) が大きい傾向がみられ、第 1 大臼歯遠心咬頭において統計的に有意な差が認められた。また、女性では第 2 小臼歯と第 1 大臼歯遠心

表 6 d(i)

i		5	6 M	6 D	7 M
Male	Mean	0.75	1.11	0.81	0.52
	S.D.	0.45	0.57	0.59	0.41
Female	Mean	0.97	1.41	1.14	0.61
	S.D.	0.47	0.47	0.45	0.38

(mm)

図 8 d(i) の平均値

表 7 $\theta(i)$

i		6 M	6 D	7 M
Male	Mean	2.05	1.97	5.35
	S.D.	5.06	5.92	8.81
Female	Mean	5.39	5.92	8.54
	S.D.	4.57	4.48	5.59

(degree)

図 9 $\theta(i)$ の平均値

咬頭がほとんど同じ値を示した。

3) d (i) について

D (i) と同様にすべての臼歯部について女性の方が大きな値を示し、統計的有意差も認められた。性差は第 1 大臼歯遠心咬頭で最大となり 0.33 mm であった (表 6, 図 8)。

4) θ (i) について

大臼歯部すべてにおいて女性の方が男性より有意に大きく、つまり臼歯部を結ぶすべての直線は女性の方が前傾していた。また遠心に向かうに従って θ (i) の男女差は大きくなることが示された (表 7, 図 9)。

表 8 O(i)

i		3	6M	7M
Male	Mean	2.65	2.09	1.44
	S.D.	1.05	1.15	1.21
Female	Mean	1.91	2.72	1.71
	S.D.	0.88	0.98	1.32

(mm)

表 9 各点の 10 回計測による標準偏差

i	L1	L3	L6M	U1	U3	U6M
x	0.008	0.016	0.014	0.004	0.011	0.005
y	0.007	0.008	0.027	0.014	0.009	0.007
z	0.045	0.041	0.027	0.048	0.037	0.035

(mm)

図 10 O(i) の平均値

6. 上顎の咬合彎曲 O (i) について

上顎犬歯は男性の方が有意に突出し、大白歯近心舌側咬頭では逆に女性の方が有意に突出していた。男女差は犬歯部で 0.74 mm, 第 1 大白歯部で 0.63 mm であった (表 8, 図 10)。

IV. 考 察

1. 研究方法について

1) 精度について

咬合平面あるいは咬合彎曲を正確に評価するには精度の高い計測機器を用い、被験材料や人為的な要素による計測誤差を可及的に小さくする必要がある。そこで本研究においては測定者間のばらつきをなくすため、同一測定者による計測を行った。なお精密模型作製に用いたシリコンラバー系印象材の収縮率は 0.1%, 超硬石膏の凝固膨張率は 0.08% であった。また三次元座標測定器のスケール精度は 0.001 mm であり、各点の 10 回計測によるばらつきを検討した結果、比較的大きな値を示す Z 軸方向でさえ、標準偏差にして 0.05 mm 以下であった (表 9)。以上のことから本実験系は、過去の研究と比較しても十分に高い精度と信頼性をもつと考えられた。

2) 補綴学的基準平面について

顎口腔系の形態を解析する際、必要となるのが決定が容易でかつ再現性のある基準平面の設定である。従来より、歯科矯正学の分野では FH 平面が、歯科補綴学の分野ではカンペル平面が使われてきた。前者は頭部 X 線規格写真を用いる場合に有利であり、後者は咬合採得時や下顎運動を解析する際に広く用いられてい

る。カンペル平面は Camper⁶⁾ が想定した鼻翼下縁と外耳道上縁を結ぶ仮想平面である。この平面は咬合平面にほぼ平行であるとされていることから、主として無歯顎者の咬合平面設定の基準として用いられている。このことから補綴学的平面と呼ばれることもある。また Gysi⁶⁾ は鼻翼下縁と外耳道下縁を結ぶ平面の方がより咬合平面に平行であるとし、この両者を結ぶ線は鼻聴道線とも呼ばれている。米国補綴歯科学会用語委員会⁷⁾はカンペル平面を鼻翼下縁と耳珠上縁を結んだ平面とし、他に耳珠中央や耳珠下縁を用いる定義もあり統一されていない。

これに関する研究においても、広義のカンペル平面として様々な設定が行われており、臨床においても術者によって異なる基準を用いているのが現状である。

本研究の基準平面決定に際し、FH 平面と広義のカンペル平面は相関係数 0.86 と相関が高くカンペル平面を基準平面として用いることは有意義であるとする上原の報告¹⁷⁾がある。また後方基準点の設定に関して、外耳道を用いる方法には上縁、下縁を問わず指示針での正確な位置指定がきわめて困難であるという欠点がある。したがって、本研究では、後方基準点に比較的決定の容易な左右皮膚上の平均的顎頭点⁴³⁾を採用し、この基準点と鼻翼下縁を結んだ平面を補綴学的基準平面とした。

2. 咬合平面の位置について

頭蓋に対して、男性の咬合平面は女性より垂直的には約 2 mm 下方に、水平的には約 7 mm 前方に位置していた。このことに関して、小宮山¹⁸⁾は FH 平面を基準にして、顎頭から第 1 大白歯までの水平的距離で 2.5 mm, 垂直的距離で 5.5 mm の男女差があるとしている。つまり、咬合平面の位置を捉える場合、基準平面の設定法によってかなり結果が異なり、カンペル平面を基準にすると垂直的位置関係にそれほど男女差がなくなり、逆に水平的にはその差が大きくなることがわかった。特に女性の咬合平面が水平的にみて顎頭に近かったことは、臼歯部の運動経路や顎頭と歯列の荷

重関係などに影響を及ぼす可能性が考えられ、今後検討を要すると思われた。

3. 咬合平面傾斜度について

1) L 17 op について

(1) 性差について

咬合平面 (L 17 op) の傾斜度に有意な性差が認められ、男性の方が基準平面に対して前上がり傾向で女性とはカンベル平面に平行に近かった。咬合平面傾斜度の性差については飯塚¹⁰⁾、早川¹⁹⁾も検討し、今回の研究と同様に男性の咬合平面の方が前上がり傾向としているが統計的な有意差はないとしている。

(2) 傾斜度について

広義のカンベル平面を基準とした報告をみると、Hartono¹³⁾、上原¹⁷⁾、早川¹⁹⁾、榎本²⁴⁾、Dalby⁴⁴⁾、Wilson⁴⁵⁾、坪根⁴⁶⁾は、カンベル平面の後方基準点を外耳道の土上縁と下縁と変化させた場合を検討し、下縁を用いた方が咬合平面と平行になるとし、松本⁵⁾は上縁と下縁とでは約 5° の角度差が生じるとしている。また、傾斜度については、およそ 0° から 15° の範囲で研究者によって差が大きかった。この理由として咬合平面設定法の違い、あるいは頭部 X 線規格写真を用いたことによる咬合平面設定法の限界や計測誤差が考えられた。

一方、FH 平面を基準とした報告^{10,12,17,18,22,40,46)}も多いが、FH 平面とカンベル平面の角度差でさえ、6° から 17° の間で研究者間で大きく異なることから一定した見解を得るのは難しい。

以上のことから、単純な比較はできないが本研究で用いた基準平面上での下顎の咬合平面の傾斜度 (Inc (L 17 op)) は過去の報告に比べて男女ともに 0° に近く、すなわち基準平面に平行に近かったといえる。換言すると今回新たに設定した鼻翼下縁と平均的顎頭点を含む補綴学的基準平面は平均的に日本人成人の咬合平面に平行に近いことになり、咬合平面設定の基準となり得ることを示唆した。

2) L 47 op および U 17 op について

L 47 op の傾斜度は男女とも 0° 付近であり、臨床的に基準平面にほぼ平行と考えてよい。このことについて早川¹⁹⁾も上顎の咬合平面を前歯部と臼歯部に分け、臼歯部平面の方がカンベル平面に平行に近いとしている。さらに 2 つの咬合平面 (L 47 op と U 17 op) の傾斜度は Inc (L 17 op) と高い相関性をもつことから、それらの間の角度差さえ把握しておけば、部分欠

損症例などにおける咬合平面傾斜度の診査を行う際にいずれの咬合平面を用いても差し支えないと思われた。

4. 咬合平面傾斜度と顎顔面形態との関連性について

顎顔面ならびに歯列形態と咬合平面との関係について検討した報告をみると、川合¹²⁾、Hartono¹³⁾、腰原¹⁵⁾、Downs⁴⁸⁾は顔面角が小さくなり、下顔面部側貌が後下方に後退するほど咬合平面が前傾すると述べている。また、下顎下縁平面との相関について^{15,20,22)}、咬筋の走行との相関について^{22,49-51)}、下顎中切歯との相関について¹²⁾、上顎中切歯との相関について¹⁵⁾の報告などがある。これらはいずれも角度的パラメータと咬合平面傾斜度との相関を検討したものである。本研究では距離のパラメータ、すなわち鼻翼下縁と下顎中切歯間の垂直的距離から咬合平面傾斜度推測の可能性を示唆する有意な相関関係を認めた。つまり、症例によっては前述の平均化した基準のとり方に加え、前歯部の咬合高径決定後、得られた回帰直線により咬合平面傾斜度を決定し得ることが示唆された。

5. 下顎の咬合彎曲について

咬合彎曲を解析する際、咬耗の程度を考慮する必要があり、被験者の年齢もそれに関わる問題である。本研究の被験者は男女ともすべて 20 歳前後の歯列不正のない Angle class I⁵²⁾ 正常有歯顎者であり、異常な咬耗がみられるものは除外した。

咬合彎曲に関して、L 17 op までの距離を計測した岩沢⁵³⁾、Arita⁵⁴⁾の報告や、近似曲線により評価した保田の報告⁴⁰⁾などがある。前者は一般的な彎曲の解析法であり、後者は 1 つのパラメータで表現が可能という利点があるものの具体的な彎曲形態や性差を検討するには困難な方法であると思われる。本研究では距離の解析と角度的解析の双方より検討を行った。

L 17 op までの距離 D (i) は第 2 小臼歯より遠心の歯牙すべてにおいて男性より女性の方が大きく、L 47 op までの距離 d (i) も同様の結果となった。また後者の場合、性差が強調された。咬合彎曲を評価する際に前歯部を含むか否かについては形態論的立場ならびに運動論的立場の両方からさらに検討すべきであると考えられた。また性差は最大で 0.3 mm 程度あった。過去に性差を検討したのは岩沢の報告⁵³⁾があるのみで、望遠鏡で L 17 op までの距離を計測し、女性の方が距離

が大きい傾向にあるものの統計的に有意な性差はないとしている。

さらに咬合彎曲を下顎運動あるいは顎機能に関連させて評価する場合、咬合平面を基準とした咬合彎曲の評価法以外に、頭蓋に対する彎曲度を把握することが必要となってくる。このような観点から後方臼歯部間の直線の傾斜を検討したものが θ (i) である。その結果、女性の方が前傾し、女性の方が彎曲が強いとする前述の結果と一致した。結果に示した D (i) 最大部位の比率とあわせて考察すると、日本人成人における前後彎曲度は女性の方が男性より大きく、また彎曲形態にも差があり、女性の彎曲ピークは男性に比べ後方寄りとなることが明らかとなった。

しかし、スピーの彎曲の発生機序については不明な点が多く、本研究の結果にみる性差が存在する理由も定かではない。ただ矢状面内での咬合平面の長さは男女ほぼ同じであるのに対し、左右第 2 大臼歯遠心頬側咬頭間の歯列幅径を算出した結果、女性の方が有意に小さくその差は 3.60 mm であった。それを補償するために急なスピーの彎曲が存在する可能性も考えられた。しかし、歯冠近遠心幅径について白数⁵⁵⁾は男女間で差があると述べており、歯槽堤の長さなどとあわせて今後検討が必要であると思われる。また、Angle class II 咬合者のスピーの彎曲は急であるとする、保田⁴⁰⁾、Braun⁵⁶⁾の報告もあるが、これも前歯部の挺出によるものか、それとも臼歯部の彎曲が純粹に急であるのかは明らかにされておらず、発生機序との関連も深いため、あわせて検討が必要である。

6. 上顎の咬合彎曲について

鈴木⁵⁷⁾は上顎咬合面からの突出量を報告しているが、今回は下顎の咬合彎曲を考慮した上顎の突出量を検討した。検討部位は側方あるいは前方の咬合指導要素に重要な役割を果たす犬歯尖頭、側方あるいは前方運動の際の咬頭干涉の好発部位である大臼歯部近心舌側咬頭とした。その結果犬歯の突出量は有意に男性の方が大きく、逆に大臼歯近心舌側咬頭は女性の方が大きかった。このことは前述の下顎の咬合彎曲にみられた性差とあわせて咬合診断の際の配慮の必要性を示唆するとともに、下顎運動あるいは顎機能になんらかの影響を及ぼしている可能性があることから、今後の検討の必要性が示唆された。

V. 結 論

高精度三次元座標測定器を用いて顎機能に異常のない Angle class I 正常有歯顎者 60 名を計測し、咬合平面と咬合彎曲について解析を行い、以下の結論を得た。

1. 咬合平面の位置に関して、女性の咬合平面は男性より前後的位置にして約 7 mm 顎頭に近かった。

2. 独自に考案した補綴学的基準平面に対する咬合平面傾斜度を解析した結果、統計的に有意な性差が認められた。下顎中切歯と第 2 大臼歯遠心咬頭を結ぶ咬合平面の傾斜度は、男性 3.32°, 女性 0.86° であり、男性の方が前上がり傾向であった。また咬合平面と平行に近い補綴学的基準平面の有効性が示唆された。

3. 下顎中切歯の垂直的位置から、咬合平面の傾きを推測する回帰直線は、咬合採得の際の 1 指標となり得ることを示唆した。

4. 下顎の前後彎曲を多面的に解析した結果、男性に比べ女性の彎曲度は大きく、また彎曲形態についても女性の彎曲ピークが後方寄りにあることが明らかとなった。

5. 上顎の彎曲を突出量として解析した結果、犬歯は男性の方が、大臼歯近心舌側咬頭は女性の方がより大きく突出していることがわかった。

以上のように顎口腔系の形態的要素である咬合平面の位置、傾斜、咬合彎曲に性差が認められたことから、咬合の診断あるいは補綴物製作の際には十分な配慮が必要であることが示唆された。また顎機能との関連についてさらに検討する必要があると思われる。

なお、本研究の要旨は平成 3 年度日本補綴歯科学会九州支部学術講演会において発表した。

文 献

- 1) 古谷野澤：後方運動時の下顎の三次元動態、補綴誌、31：805～818、1987。
- 2) 築山能大、古谷野澤、末次恒夫：速度パラメータを用いた下顎運動解析 開閉口運動時の速度パターンの解析、下顎運動と EMG 論文集、第 7 輯：109～112、1988。
- 3) 水野幹生、古谷野澤、末次恒夫：顎頭間軸回転角度パラメータを用いた下顎運動解析算法とその応用例、下顎運動と EMG 論文集、第 7 輯：91～96、1988。
- 4) 中島清一、古谷野澤、水野幹生ほか：切歯路と顎路の運動論的対応関係の研究 第 1 報、前後の運動距離の解析、

- (投稿中)
- 5) 松本直之：鼻聴導線と咬合平面の関係，歯科時報～3，1973.
 - 6) 保母須弥也：咬合学事典，88，128～129，書林，東京，1987.
 - 7) 白数美輝雄，真泉平治，山崎数男ほか：カンベル平面，咬合平面，咬合彎曲，歯科医学大事典，506，837，839，医歯薬出版，東京，1987.
 - 8) 中原 泉，森田修己，畑 好昭ほか：新常用歯科辞典，253～254，医歯薬出版，東京，1989.
 - 9) Augsburg, R.H. : Occlusal plane relation to facial type, J Prost Dent, 3 : 755～770, 1953.
 - 10) 飯塚哲夫，石川富士郎：頭部X線規格写真による症例分析法の基準値について—日本人成人男女正常咬合群—，日矯歯誌，16 : 4～12, 1957.
 - 11) 大坪淳造：頭部X線規格写真計測法による過蓋咬合の形態学的研究，日矯歯誌，17 : 170～180, 1958.
 - 12) 川合容太郎：頭部X線規格写真計測法の補綴学的応用に関する研究，補綴誌，3 : 32～47, 1959.
 - 13) Hartono, R. : The occlusal plane in relation to facial types, J Prost Dent, 17 : 549～558, 1967.
 - 14) 林都志夫，片山 博：X線セファログラムと補綴学(1)，歯界展望，29 : 241～248, 1967.
 - 15) 腰原 好：顔面ならびに顎における形態と機能との相関性に関する研究，歯科学報，68 : 329～355, 1968.
 - 16) 吉岡政雄，窪田洋一，上原 純ほか：頭部X線規格写真による顔貌と歯列について 第1報 FH-P1., Occ. -P1., Mand. P1., Facial-P1., および Esthetic-line の相関性，補綴誌，13 : 174～183, 1969.
 - 17) 上原 純，蔦 明江，吉岡政雄ほか：鼻聴導線の側貌頭部X線規格写真による研究，神奈川歯学，5 : 11～17, 1970.
 - 18) 小宮山嵩，楠沢 修，清水 忠ほか：上顎咬合面に関する頭部X線規格写真の応用，補綴誌，19 : 170～176, 1975.
 - 19) 早川 巖，安斉 隆，打田年実：頭部X線規格写真計測法の補綴学的応用に関する研究(とくに咬合平面について)，補綴誌，19 : 294～298, 1975.
 - 20) 林 政男：頭部X線規格写真の補綴学的検討 第1報 年代別変化について，補綴誌，20 : 235～250, 1976.
 - 21) Thompson, W.J. : Occlusal plane and overbite, Angle Orthod, 49 : 47～55, 1979.
 - 22) 奥田真夫，石井弘二，石垣尚一ほか：頭部X線規格写真による顎顔面形態と咬合平面の関連性について，補綴誌，32 : 1268～1274, 1988.
 - 23) Kurth, L. E. : The posterior occlusal plane in full denture construction, JADA, 27 : 85～93, 1940.
 - 24) 榎本貞司，水野克弥，中塚好朗ほか：歯列の研究(その2) 透視座標計による2, 3の計測結果，口病誌，26 : 253～258, 1959.
 - 25) Heartwell, J. C. M. : Syllabus of complete dentures, second edition, 219～227, Lea & Febiger, Philadelphia, 1974.
 - 26) Winkler, S. : Essentials of complete denture prothodontics, 193～262, W.B. Saunders company, Philadelphia, 1979.
 - 27) Renner, R. P. : Complete dentures, A guide for patient treatment, 120～151, Masson publishing USA, New York, 1981.
 - 28) 青木英夫：仮想咬合平面の諸見解と装置，補綴臨床，5 : 257～262, 1972.
 - 29) 岡根秀明，山科 透，長澤 亨ほか：咬合平面の決定法に関する生理学的研究 第1報 咬合平面の矢状傾斜が咀嚼筋活動と咬合力に及ぼす影響について，補綴誌 22 : 801～807, 1978.
 - 30) 棟久信宏，河野公育，長澤 亨ほか：MKG および EMG を用いた総義歯咬合平面の機能的決定法に関する研究，補綴誌，25 : 508～514, 1981.
 - 31) 岡根秀明，石嶋誠司，山科 透ほか：咬合平面の決定法に関する生理学的研究 第2報 咬合平面の側方傾斜が咀嚼筋活動と咬合力に及ぼす影響について，補綴誌，26 : 560～562, 1982.
 - 32) 河野正司，佐藤尚弘：咬合平面，補綴臨床別冊，咬合の診断と再構成，17～29, 1981.
 - 33) 河合庄治郎，津留宏道：咬合平面について，歯科時報，12 : 38, 1958.
 - 34) Monson, G.S. : Occlusion as applied to crown and bridge work, J Nat Dent Assoc, 7 : 399～413, 1920.
 - 35) Monson, G.S. : Applied mechanics to the theory of mandibular movement, Dent Cosmos, 74 : 1039, 1932.
 - 36) 藤田恒太郎：歯の解剖学，21版，125～136，金原出版，東京，1949.
 - 37) Spee, F.G. : Die verschiebungs bahn desunterkiefers am schadel, Arch Anat Physiol, 16 : 285～294, 1890.
 - 38) Hitchcock, H.P. : The curve of spee in stone age man, Am J Orthod, 84 : 248～253, 1983.
 - 39) Strang, R.H.W. and Thompson, W.M. : Text book of orthodontia, Forth edition, 21～77, Lea & Febiger, Philadelphia, 1958.
 - 40) 保田好秀：Spee の彎曲と顎・顔面頭蓋形態の相互関係，阪大歯学誌，30 : 110～132, 1985.
 - 41) 鶴島亀岩：歯牙各咬頭頂と補綴学的平面との位置的関係について(スピー氏彎曲の臨床的観察)，九州歯会誌，6 : 2～11, 1951.
 - 42) 藍 稔：顎機能異常の診断と治療，59～63，医歯薬出版，東京，1988.
 - 43) Guichet, N.F. : Procedures for occlusal treatment, 36～40, Denar Corporation, Anaheim, 1969.
 - 44) Dalby, W.C. : Importance of the occlusal plane, D. Items Interst, 34 : 740～742, 1912.
 - 45) Wilson, G.H. : A Manual of dental prosthetics, third

- edition, 18, 154, Lea & Febiger, Philadelphia, 1917.
- 46) 坪根政治：カンペル氏平面（所謂補綴学平面）と咬合床上の想定 咬合平面との相対関係設定に関する一考案，日本之齒界，186：477～480，1935.
- 47) 伊藤一三，野坂洋一郎：眼耳平面と咬合平面との関係についての一考察，齒基礎誌，18：84～90，1976.
- 48) Downs, W.B. : Variation in facial relationships, Their significance in treatment and prognosis, Am J Orthod, 34 : 812～849, 1948.
- 49) Sassouni, V. and Nanda, S. : Analysis of dentofacial vertical proportions, Am J Orthod, 50 : 801～823, 1964.
- 50) Progtor, A.D. and DeVincenzo, J.P. : Masseter muscle position relative to dentofacial form, Angle Orthod, 40 : 37～44, 1970.
- 51) DiPietro, G.J. and Moergeli, J.R. : Significance of the Frankfort-mandibular plane angle to prosthodontics, J Prosthet Dent, 36 : 624～635, 1976.
- 52) Angle, E.H. : Classification of Malocclusion, Dent cosmos, 41 : 248～264, 1899.
- 53) 岩沢忠正，納村晋吉：正常咬合者における Curve of Spee と咬合平面について，日矯齒誌，23：13～21，1964.
- 54) Arita, M., Iwasawa, T. and Namura, S. : Relationship between the Curve of Spee in persons with normal Occlusion and the Occlusal Plane (Abstract), The Journal of Nihon University School of Dentistry, 6 : 25～28, 1964.
- 55) 白数美輝雄，中村正雄，古橋九平：齒の形態学，44～156，医歯薬出版，東京，1970.
- 56) Braun, M.L. and Schmidt, W.H. : A cephalometric appraisal of the curve of Spee in Class I and II, division 1 occlusions for males and females, Am J Orthod, 42 : 255～278, 1956.
- 57) 鈴木勝志：咬合平面の解剖各的研究 2. 咬合平面に対する上顎歯牙の位置，齒科学報，74：344～367，1974.